

ORTALAMA HIZ UYGULAMASININ VERİMLİLİĞİNİ ETKİLEYEN DURUMLAR: SÜRÜCÜLERİN HIZ DAVRANIŞI ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA

Arzu ILGAZ *, Mehmet SALTAN

Geliş Tarihi/ Received:18.05.2017, Kabul tarihi/Accepted: 06.08.2017

Özet

Trafikte yüksek hız ve kaza problemini çözmek için uygulanan hız denetim sistemlerinden biri olan Ortalama Hız Uygulaması dünya çapında yeni bir yaklaşımdır. Bu uygulama, bir yol kesiti boyunca araçların ortalama hızlarını ölçmektedir, dolayısıyla sürücüleri anlık hız yaptırım uygulama sistemlerinden daha uzun mesafeler boyunca hız sınırı uyumuna teşvik etmektedir. Türkiye’de Antalya Akdeniz Üniversitesi sınırları içinde yüksek hız kaynaklı kazalar görülmektedir. Bu makalede kampüs içinde daha güvenli bir trafik ortamı için, ortalama hız teknolojisi mobil araçlara kurulmuştur. 1. ve 2. evre (önce/sonra) hız etütleri ile kampüsteki sürücülerin 1.’si gizli 2.’si ise ilan edilmiş iki evredeki ortalama hız değerleri 20, 30 ve 50 km/s hız limitli 11 farklı güzergâhta ölçülmüştür. Uygulanan sistemde, kampüs sınırları içerisinde herhangi bir cezai yaptırım olmaksızın sadece uyarı ve duyurular ile; ortalama hızlar 20, 30 ve 50 km/s hız limitli güzergâhlarda sırayla 2.15 km/s (%4.50), 1.81 km/s (%5.10) ve 4.50 km/s (%8.35) azalmıştır. 1. evre/2. evre hız ortalamaları arasında $p<0.05$ düzeyinde anlamlı fark bulunmuştur. 2. evre sonunda sistemin ortalama sürüş hızlarını düşürmek konusunda etkili olduğu tespit edilmiş; fakat 2. evrenin ilerleyen ölçüm günlerinde F, G, A, H ve J güzergâhlarında sürücülerin hızlarını düşürme istikrarlarından uzaklaşmış olduğu görülmektedir. Sistemin cezai yaptırımı olmadığı için duyuru tarihinden uzaklaştıkça hız limiti uygulamasının etkisini bu güzergâhlarda kaybetmekte olduğu ve bu durumun uygulanan sistemin verimliliğini olumsuz yönde etkilediği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ortalama hız uygulaması, bağımsız örnekler t testi

SITUATIONS AFFECTING THE EFFECTIVENESS OF AVERAGE SPEED ENFORCEMENT: A STUDY ON SPEED BEHAVIOR OF DRIVERS

Abstract

Average Speed Enforcement is a global new approach that is one of the speed enforcement systems applied to solve high speed and accident problems. This application measures the average speeds of vehicles over a section, thereby encouraging the drivers to obey the speed limit for longer distances. Accidents due to high speed occur within the borders of the Antalya Mediterranean University in Turkey. In this study, average speed technology was setup on mobile vehicles for a safer traffic occasion. Average speed values of drivers were measured in two period 1st of which is secret and 2nd of which is announced via 1st and 2nd period (before/after) speed etudes at 11 different sections with speed limits of 20, 30 and 50 km/s. Average speeds decreased along the 20, 30 and 50 km/s speed limit sections by 2.15 km/s (%4.50), 1.81 km/s (%5.10) and 4.50 km/s (%8.35) respectively as a result of the applied system without any enforcement sanction but only by way of warnings and announcements. A statistically significant difference at a level of $p<0.05$ was determined between 1st period /2nd period speed averages. It was determined at the end of the 2nd period that the system is effective for decreasing the average

* Akdeniz Üniversitesi, Antalya
E-posta: arzuilgaz@akdeniz.edu.tr

speeds; however, it was also observed that the drivers on the F, G, A, H and J sections started straying away from the consistency to decrease their speeds. It was determined that the speed limit application started losing its effectiveness along these sections as we moved away from the announcement date since there was no enforcement sanction which had an adverse effect on the efficiency of the applied system.

Key Words: Average speed enforcement, independent samples t test

1. Giriş

Dünyada ve ülkemizde karayolu trafik güvenliği konusunun önemi her geçen gün artmaktadır. Trafik kazalarının başlıca sebeplerinden birisi de yüksek hızda araç kullanmaktır (Aarts vd., 2006) ve ülkemizde en yüksek para cezasının uygulandığı trafik ihlalidir (Karagoz, 2009). Trafikte yüksek hız problemini çözmek için her ülkede çeşitli hız denetim sistemleri uygulanmaktadır. Bu sistemlerden biri olan Ortalama Hız Tespit Sistemi (OHTS) trafik uygulaması olarak dünya çapında son derece yüksek seviyede motorize olmuş ülkelerde popülerliği artan yeni ve gelişmiş bir teknolojik yaklaşımdır.

Ortalama hız uygulaması, bir yol ağı kesiti boyunca çok sayıda konuma iki veya daha çok kameranın yerleştirilmesini içerir. Sisteme ilk kamera konumundan giren her aracın plaka ve araç kayıt verilerinin bir görüntüsü alınır. Bu görüntülere ilave olarak sistem içindeki ikinci kamera konumlarında alınan ilave görüntüler ve veriler eklenerek bunlar ilk verilerle eşleştirilir. Bu sistemde Otomatik Plaka Tanıma (ANPR) ve Optik Karakter Tanıma (OCR) teknolojisi araç ruhsat bilgilerini eşleştirmek için kullanılır (Roberts ve Brown-Esplain, 2005; Gil ve Malenstein, 2007; Speed Check Services, 2007; 2009a; 2009b; Young ve Regan, 2007; Cameron, 2008; Koy ve Benz, 2009; Simcic, 2009; Soole vd., 2012; 2013a; Montella vd., 2015). Bulunan ortalama araç hızı, mevcut yol kesiti için yasal olarak verilen hız sınırını aşıyorsa, görüntüler ve suç verileri (örn.; zaman, tarih, hız vs.) bir iletişim ağı kullanılarak yerel işlemciden merkezi bir işlem birimine aktarılır. Daha sonra doğrulanan suçlar için bir ihlal bildirimi çıkarılır, suç işlemeyen araçlarla ilgili veriler ise belirli bir süre içinde silinir (Gil ve Malenstein, 2007; Young ve Regan, 2007; Soole vd., 2012; 2013a).

Sistemin avantajı, bir yol kesiti boyunca ortalama hızın kaydedilmesidir. Bu da hız sınırına yüksek oranlarda uyum ve dolayısıyla “araç hızları farklarında düşüş, araçlar arasındaki mesafelerin artışı, daha homojen bir trafik akışı ve trafik kapasitesinin artışı” ile sonuçlanacaktır. Ayrıca kesit kontrolü, trafik akışındaki homojenlikten dolayı mevcut altyapının daha iyi kullanılmasını, trafik emisyonları ve trafik gürültülerinin azalmasını sağlamaktadır (Stefan, 2005; Collins, 2007; Koy ve Benz, 2009; Speed Check Services, 2009a; Cascetta vd., 2011; Soole vd., 2012; De Pauw vd. 2014). Bunlara ilave olarak bu uygulama sürücülerin aşırı hız yapma davranışlarını azaltmakta da özellikle etkili bir karşı tedbir olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bulgular, araç hızı ve kaza riski arasındaki önemli ilişki göz önüne alındığında, kaza oranını azalttığından ötürü, yol emniyeti açısından önemli sonuçlar doğurmaktadır (Kloeden vd., 2002; Soole vd., 2012; Fleiter vd., 2013).

Akdeniz Üniversitesi kampüsünde yayalar ile araçlar yüksek oranlarda aynı mekânı kullanmak zorunda kalmakta ve bu durum “yayalara çarpma tipi kazalara” davetiye çıkarmaktadır. Ayrıca kayda alınmış yüksek hız kaynaklı kaza sayıları yıllık ortalama 10 civarındadır. Kampüs içinde bu tarzda tehlikeli kazaların oluşmasına olanak vermemek gerekmektedir. Akdeniz Üniversite’si kampüsü yollarında aşırı hıza önlem olarak kasis uygulamaları vardır ancak kasislerin birtakım dezavantajları bulunmaktadır. Örneğin; kasisler aracın bazı aksamına zarar verebilmekte ve kasisten geçmiş olan araç kaybettiği hızı tekrar

kazanmak için ivmelenerek gereksiz yakıt tüketimine, çevre ve gürültü kirliliğine neden olmaktadır (Gunay vd., 1996; Pau ve Angius, 2001). Bu çalışmanın amacı bu üniversitedeki yüksek hız ve kaza problemlerine OHTS ile çözüm aramak ve sistemin sürücü hızları üzerindeki etkilerinin verimliliğini değerlendirmektir. ANPR teknolojisi kullanarak uygulanan bu metotta, aynı koridor boyunca uygun mesafelere yerleştirilen plaka okuyucu kameralar vasıtasıyla, araçların geçiş zamanları ve kameralar arası bilinen uzunluklara bağlı olarak ortalama hız değerleri hesap edilmektedir. Böylece sürücülerin sistemin duyurulmasından önce ve sonraki ortalama hız farklılıkları kıyaslanabilecek, 1. evredeki sürücülerin ortalama hız değerlerinin 2. evrede düşüş gösterip göstermediği de tespit edilecektir. 1. ve 2. evrelerdeki ortalama hız etütlerinin sınırlı birkaç noktada değil de belirlenmiş test yolları boyunca yapılacak olması, alansal sürücü hız davranışlarını tespit edilebilme olanağını vermektedir. Bu çalışmanın, ülkemizde yapılan uygulamalardan farkı; plaka okuyan kameraların montajının sabit bir yapı üzerine değil de mobil (gezici) araçlar üzerine yapılmış olmasından dolayı, plaka okumalarının istenilen zaman ve istenilen her noktada yapılabilme olanağının olmasıdır. Ayrıca bu tür uygulamalar geçmişte otoyol koşullarıyla sınırlandırılmıştır, ancak bir dizi ülke bu sistemi kentsel anayollarda da kurmaya başlamıştır (örneğin, İngiltere, Avustralya). Bu çalışmada ilk defa bir üniversite kampüs alanı içindeki güzergâhlar kullanılmıştır.

2. Literatür Taraması

Birleşik Krallık'ta ortalama hız teknolojisi, ilk olarak Nottingham'ın M1 otoyolundan gelen ana bağlantı yolu üzerine Temmuz 2000 yılında kurulmuştur. Sistem Polis kontrol alanı içinde bulunan hız kameralarının denendiği programın bir parçası olarak konumlandırılmıştır. İki adet ortalama hız kamerası, uygulamanın yapıldığı 40 mil/s'lik yol kesiti boyunca yaklaşık 0.5 kilometre aralıkla monte edilmiştir. Uygulamadan sonra hem ortalama hızlar hem yüzde 85'lik hızlar yol kesiti boyunca 40 mil/s'in altına düşmüştür (Cameron, 2008). Hollanda'da kurulan OHTS ise A13 otoyolunun bir kesiti üzerinde 2002 yılında hizmete sokulduktan sonra, araçların yalnızca % 0,5'inin aşırı hız yaptığı tespit edilmiştir. Aynı yol kesiti için toplam kaza sayısı %47 oranında azalmış, ölüm oranları ise %25'lik bir düşüşle ilişkilendirilmiştir. Elde edilen düşüş oranları çok yüksek miktarlarda olmasa da da, zayıf sayısında azalma görülmüştür (Stefan, 2005; Simcic, 2009; Soole vd., 2013a).

Ortalama hız uygulaması gibi yenilikçi bir yaklaşımın hız yönetimindeki verimliliğini değerlendiren akademik araştırmalar her ne kadar yetersiz kalmış olsa da, konu ile ilgili literatür taramaları sonucunda, uygulamanın araç hızları ve kaza oranlarındaki düşüşlerde önemli ölçüde olumlu bir etkisi olduğunu gösteren bulgulara rastlanmıştır. Çalışmalar, OHTS'nin ortalama ve 85 yüzdeleri hızlarda, hız yapan araçların oranında ve hız farklarında azalmalar sağladığını göstermektedir. Ayrıca uygulamanın aşırı hız yapma davranışını azaltmakta özellikle etkili bir karşı tedbir olduğu sonucuna varılması önemlidir (Simcic, 2009; Speed Check Services, 2009b; Australian Transport Council, 2011; Cascetta ve Punzo, 2011; Fleiter vd., 2013; Soole vd., 2012; 2013a; 2013b). Kameralara dayalı diğer hız uygulamalarının (örn.; sabit ve mobil anlık hız kameraları), uygulama alanları civarıyla kısıtlı ve sahaya özel davranış değişikliklerine yol açtığına dair kanıtlar göz önüne alındığında, ortalama hız kameraları bir yol kesiti boyunca yol emniyeti açısından daha verimli sonuçlar doğurmaktadır (Champness vd., 2005). Bu çalışmalar, OHTS'nin verimliliği konusunda bir gösterge oluşturmaktadır. Fakat yine de, Soole ve arkadaşları (2013), konu ile

değerlendirmelerin bilimsel içeriğini iyileştirmek için gelecekte yapılacak başka araştırmalara da gerek duyulduğunu belirtmiştir. Şu anda, hakemli dergilerde yayımlanan ve OHTS'nin trafik emniyeti etkilerini inceleyen kısıtlı sayıda makale mevcuttur (De Pauw vd. 2014).

2.1. Sürücülerin hız sınırlamasına uyma eğiliminin zamanla düşüşü ve kazalar

İtalya'da Milano-Napoli arasındaki A1 otoyoluna 2007 yılında kurulan OHTS'nin emniyet açısından etkililiğinin değerlendirildiği bir çalışma yapılmıştır. Sistemin etkinleştirilmesinden sonraki ilk dönem içinde kaza sayısındaki azalma %39.4 iken, beşinci dönem içinde bu oran %18.7 olmuştur. Zaman içinde sistemin sağladığı bu olumlu düşüşün, daha yüksek yaptırım uygulama seviyelerine çıkılarak düzeltilebilir olduğu düşünülmektedir (Montella vd., 2012b). Yine İtalya'da OHTS ile uygulanan hız sınırlarının etkililiği, Napoli-Salerno'da bulunan A3 otoyolunda değerlendirilmiştir. Bu güzergahta hız sınırlarına uymama davranışı 2010 yılında %50.5, 2011 yılında ise %57.4 olmuştur. Zaman içinde sürücü uyumunda görülen bu azalma, zayıf bir cezai yaptırım stratejisinin uygulandığına işaret etmektedir (Montella vd., 2012a). OHTS'nin aynı coğrafi konumda bulunan A56 otoyolu üzerindeki etkisini analiz eden başka bir çalışma ise daha olumlu sonuçlar vermiştir. A56 otoyolunda sonraki dönemde hız sınırlarına uyumsuzluk oranı ortalama %17'dir. Araştırmacılar bu farkın sebebinin kısmi olarak trafik koşulları farklılıkları ve alanın fonksiyonundaki farklar olabileceğini belirtmişlerdir. Yine de, uygulama stratejisinin önemli olduğu ve yol kullanıcılarıyla daha iyi bir iletişim ve bilgi stratejisinin yanı sıra ihlallerin takibinde daha yüksek bir yaptırım seviyesinin hız sınırlarına yüksek bir uyum sağlamakta yardımcı olabileceği belirtilmiştir (De Pauw vd. 2014). OHTS ile ilgili Gil ve Malenstein (2007) tarafından Hollanda ve Avusturya'da çalışmalar yürütülmüştür. Bunlar sırasıyla; Rotterdam ve Lahey arasındaki A13 otoyolu ve Viyana'daki Kaisermühlen tünelineki kesit kontrolü uygulamalarıdır. Uygulama öncesindeki ölçümler tüm araçların ortalama hızının 85 km/s olduğunu göstermiştir. Bu değer, tedbirin kullanılmaya başlanmasından kısa bir süre sonra yaklaşık 70 km/s'e düşmüştür. 6 aylık bir dönemden sonra gerçekleştirilen diğer hız ölçümleri ise bu yol kesiti üzerindeki ortalama hızın 75 km/s'e dengelendiğini göstermiştir. Bunun sebebiyse sürücülerin uygulamadan hemen sonra düzenlemelere son derece katı biçimde uyma eğiliminde olmaları; ancak, irade dışı davranışsal uyarlamalardan dolayı daha sonra bunu azaltmasıdır (kanguru sürüşü).

Montella ve arkadaşlarının (2015) İtalya'da A56 ve A3 otoyollarında yapmış olduğu çalışma sonuçları mükemmel olgular ortaya koymuşsa da, göz ardı edilmemesi gereken bir sorun vardır; hız, hız değişkenliği ve hız sınırlarına uymama davranışı zaman içinde önemli ölçüde artmıştır. OHTS uygulamasından hemen sonraki dönem ve 2 yıl sonraki dönem arasında karşılaştırma yapıldığında; hafif araçların ortalama hızında 3.1 km/s'lik artış, yüzde 85'lik hızında 3.9 km/s'lik artış, standart hız sapmasında 0.7 km/s'lik artış ve hafif araçların hız sınırlarına uymama davranışında %19.4'ten %31.1'e varan bir artış görülmektedir. Bu olumsuz eğilimin kaynağının, para cezası yaptırım sürecinin yanlış yönetilmesi olabileceği ihtimali olduğu tespit edilmiştir. Sistem, tüm ihlalleri değil, yalnızca kendisinin belirlediği (gizli) zaman aralıkları içinde gerçekleşen ihlalleri takip eden polis tarafından işletilmektedir. Para cezası sorumluluğundaki netlik eksikliğinin, sürücülerin uygulamayla ilgili algı seviyelerini azaltma eğilimi göstermelerine sebep olmuş olduğu belirtilmiştir. Çünkü polis bu eğilimleri izlememektedir ve sistemden gelen bir geri bildirimle dayalı olarak para cezası sorumluluğu stratejisini değiştirebilme yetkisine de sahip değildir. Bu nedenle uygulama stratejisinin, sürücülerin hız sınırlarına uyumunun zaman içindeki değişiminden yararlanılarak geliştirilmesi şarttır. İki otoyolda da sürücülerle yapılan yüz yüze görüşmeler, sürücülerin bir

para cezası riski algılamasının düşük olduğunu ortaya çıkarmıştır. Ayrıca sistemin yalnızca kameralar arasında verilmiş olan hız sınırını aşan bir ortalama için bir yaptırım öngördüğünü bilmeyen sürücülerin yüzdesi A3'te %25 ve A56'da %22 oranlarındadır. İki otoyolda kurulan sistemlerin trafik emniyeti üzerindeki etkileri de değerlendirilmiştir. Sistem, kaza oranlarında toplam %32'lik bir düşüş sağlarken, kaza azaltma etkilerinin zaman içinde azaldığı ifade edilmiştir. Azalma oranlarının zaman içinde korunması için, OHTS uygulamasının etkin bir şekilde yönetilmesi, diğer bir deyişle “kesintisiz olarak izlenmesi” ve “uygun yaptırımlarla desteklenmesi” gerekmektedir. Bu sonuçlar, yaptırım yaklaşımlarının etkili olmamasının, kamusal eğitim ve kamusal katılım seviyesinin yetersizliğine bağlı olduğunu doğrulamaktadır (Montella vd., 2014; 2015).

Ortalama hız sisteminin olumlu taraflarından biri de, hız ve kaza sayılarının yalnızca kamera sahalarında değil, aynı zamanda diğer konumlarda da azalmasını sağlayan bir yayılma etkisinin olmasıdır. Fakat sürücüler ortalama hız kameralı yollardan kaçınarak bunların yerine başka yolları tercih ettiklerinde, trafiğin yeniden yönlendirilmesi sonucunda diğer yollar üzerindeki kaza sayılarında artış olması söz konusudur. Ancak araştırma sonuçları böyle etkilerin çok yaygın olmadığını da göstermektedir (Wilson vd., 2012; Høye, 2014a; 2014b).

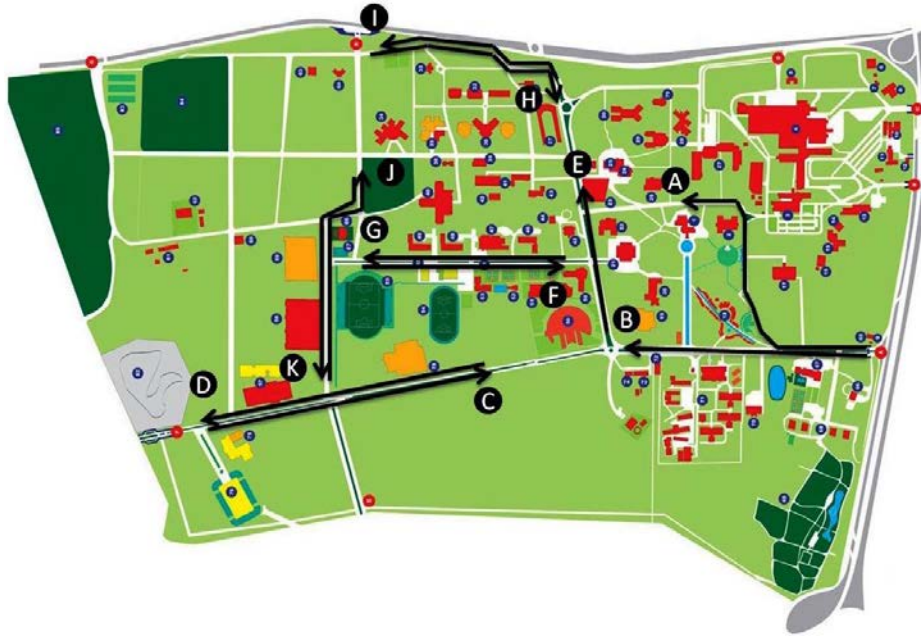
3. Materyal ve Metot

3.1. Mobil OHTS'nin kurulduğu alan ve güzergâhlar

Makale için belirlenen alan, Antalya Akdeniz Üniversitesi kampüsüdür. Çünkü bu gibi alanlar belirli sürücü grubunun düzenli olarak giriş ve çıkışlar yaptığı bölgelerdir, böylece arazi çalışmaları süresi boyunca aynı araçların ortalama hızlarının defalarca ölçülebilmesi imkânı da vardır. Bu durum, çalışmada elde edilen verilerin sürekliliğini sağlamak açısından önemlidir. Sistemin uygulanacağı güzergâhlar pilot bölgede yapılan bir trafik akım etüdü ön çalışması ile tespit edilmiştir. Aşırı hızlı araç kullanma eğiliminin ve kaza sayılarının fazla olduğu güzergâhlar tespit edilmiştir. Mobil ortalama hız sisteminin uygulandığı farklı uzunluklardaki 11 adet güzergâh (Şekil 3.1.) “Ortalama Hız Tespit Koridorları” olarak tanımlanmakla beraber, güzergâhlarda uygulanan ortalama hız limiti değerleri ise 20, 30 ve 50 km/s'tir (Tablo 3.1.). Bu hız limitleri üniversite rektörlüğünün trafik uygulama yönergesinde hükümleri uyarınca belirlenerek ilgili güzergâhlara trafik işaret levhaları olarak monte edilmiştir.

Tablo 3.1. Güzergâhların özellikleri

Nokta çifti	Uzunluk (m)	Hız limiti (km/s)	Şerit sayısı		1 Şerit genişliği(m)		Kavşak sayısı	Yatay kurba sayısı	Kasis Sayısı
			1. nokta	2. nokta	1. nokta	2. nokta			
A	908	30	2	1	3.50	3.50	4	2	3
B	717	30	2	2	3.50	3.50	3	-	3
C	890	50	2	2	3.50	3.50	1	-	1
D	890	50	2	2	3.50	3.50	2	-	1
E	425	30	2	2	3.50	3.50	2	-	2
F	600	20	2	2	3.00	3.00	-	-	-
G	600	20	2	2	3.00	3.00	-	-	-
H	615	30	1	2	3.50	3.50	3	2	1
I	594	30	2	1	3.50	3.50	3	2	-
J	695	30	2	1	3.50	3.50	2	2	-
K	695	30	1	2	3.50	3.50	2	2	-



Şekil 3.1. Araç çiftlerinin konumlandırıldığı 11 adet ortalama hız koridoru

3.2. Kurulan sistemin ana hatları ve veri toplama

Kurulan sistem şu ünitelerden oluşmaktadır; 2 adet ortalama hız kamerası, plaka tanıma sistemi yazılımı, dizüstü bilgisayar (ana yazılımın kurulduğu), veri aktarımı sağlayan taşınabilir yüksek hızlı internet sağlayıcı, kameraları şarj eden kesintisiz güç kaynağı ve kameraların monte edildiği binek araçları (2 adet). Ölçümler için tüm aracın yanı sıra şerit konumunu da kapsayan, daha geniş bir açı görüntüsü yakalayan 2 şeritli plaka tanıma kameraları seçilmiştir. Sistem kesintisiz video akışı yöntemi ile araç plakalarını tespit edip, merkez sunucusuna fotoğraf aktarma yöntemi ile çalışmaktadır. Kameralardaki yerel işlemcide çözümlenen araç plakaları merkez sunucusuna (bilgisayar+ana yazılım) kablosuz internet bağlantısı (3G Router) ile hem yazı hem de fotoğraf olarak (Şekil 3.2.) aktarılmaktadır.



Şekil 3.2. Merkez sunucu ve yazılım

Kurulan mobil OHTS kameraları 2 adet ölçüm (binek) araçlarının üzerine monte edilmiş olan 'ses sistemi bagajı' içinde kamufle edilerek kurulmuştur. Kameranin yerden yüksekliğinin

plaka okuma görüş açısını daraltmadığının tespit edilmesi sebebiyle (plaka okumalarının teknik okuma açıdan net sonuçlar vermesi için) bu montaj sistemi kabul edilmiştir. Spesifik kapatma seviyesi tipik olarak çeşitli hava koşullarına veya öngörülen izinsiz girişim veya vandalizme karşı gereken korumayı sağlaması için de, kameralar kamera yuvalarının içine kamufle edilerek kurulmuştur. Her bir donanımlı araç, 11 adet OHTS koridorunda, GPS cihazı ile geo-kodlama yapılarak belirlenmiş olan uygun nokta çiftlerine park edilmiştir (Şekil 3.3.). Kameralar, park halindeki donanımlı araçlarda toplam 4 aylık süreçteki her bir 5 hafta içi günü boyunca farklı OHTS koridor ve noktalarında 08:00-18:00 saatleri arasında plaka okuma ve ortalama hız tespiti yapmıştır. İstatistiksel anlamda doğru değerlendirme yapılabilmesi için her bir güzergâh için 5 farklı hafta içi günlerinin her birinden en az bir gün ölçüm yapılmasına özen gösterilmiştir. Ayrıca yine sistemin verimliliğinin istatistiksel anlamda doğru değerlendirilebilmesi için bir güzergâhtaki ölçüm günlerinin farklı haftalarda yapılmasına özen gösterilmiştir.



Şekil 3.3. Kurulan mobil OHTS sistemi

Üniversitenin bahar yarıyılı döneminden oluşan bir çalışma dönemi seçilmiştir. Bu dönemler en iyi süreler gibi görünmektedir çünkü bu dönemlerde herhangi bir tatil yoktur ve çalışma konumlarında yol çalışması veya kaza olmamıştır. Çalışmada sürücülerin hız davranışı farklı zaman dönemleri içinde incelenmiştir. Önce, sürücülerin ortalama hızları gizli (1. evre) OHTS uygulaması ile 31.01.2013-29.03.2013 tarihleri arasında izlenmiştir. Ardından kurulan sistemin ve hız limiti uygulamasının duyuruları e-mail gönderilerek, üniversitenin web sitesi ana sayfasında yayınlanarak, kampüs giriş kapılarına pankart asılarak ve araç sürücülerine el broşürleri dağıtarak yapılmıştır. 2. evrede sürücülerin ortalama hızları sistemin duyurulmasından sonra 09.04.2013-30.05.2013 tarihleri arasında tespit edilmiştir.

3.3. Yöntem

Merkez sunucudaki yazılımda 1. ve 2. plaka tanıma noktasından geçen araçların plakası, ortalama hızı, hız limiti, ortalama hız sınırını aşp aşmadığı, tarih ve saat bilgisi görüntülenebilmekte ve excel formatında kaydedilebilmektedir. Excel formatında kaydedilen tüm veriler SAS (Statistical Analysis Software) programına yüklenmiş ve grafikler oluşturulmuştur. Bağımsız iki grup arası farkların testi (Independent-Samples T-Test), iki

örneklem grubu arasında ortalamalar açısından fark olup olmadığını araştırmak amacıyla kullanılır. Kurulan OHTS'nin duyuru öncesi ve sonrasında sürücülerin hız ortalamaları arasındaki farklılıkları araştırmak amacıyla “Bağımsız iki grup arası farkların testi” (Independent Samples t test) uygulanmıştır. Çalışmada anlamlılık düzeyi 0.05 olarak belirlenmiştir. Anlamlılık değeri olarak bulunan değer 0.05'den küçük olduğu zaman “iki grup arasında anlamlı bir fark vardır” denir.

4. Bulgular

Bu bölümde araştırmanın amacına uygun olarak yapılan analizlere yer verilmiştir. Hız bulguları aşağıda ayrıntılı olarak yer almaktadır.

4.1. Ortalama hız bulguları

Araştırma kapsamında Akdeniz Üniversitesi'nde mobil OHTS uygulaması ile sürücülerin hız davranışları farklı zaman dönemleri içinde (1. evre/2. evre) incelenmiştir. Sürücülerin hız sınırlarına uyumu 1. evre ve 2. evre olmak üzere iki farklı izleme dönemi içinde, tüm çalışma kesitlerinden geçen “araçların ortalama seyahat hızları” temelinde değerlendirilmiştir. Önce 1. evre sürecindeki ortalama hızlar, sonra 2. evre sürecindeki ortalama hızlar değerlendirilmiştir. Daha sonra 1. evre sürecinde kaydedilen ortalama hızlar, 2. evre sürecinde kaydedilen ortalama hızlarla kıyaslanmıştır.

İzlenen araç sayısı 1. evrede 23060 adet, 2. evrede 21089 adet şeklinde gerçekleşmiştir. Tablo 4.1. bu çalışmaya dâhil edilen güzergahlar ve araç sayılarını göstermektedir.

Tablo 4.1. Çalışmaya dâhil edilen ölçüm noktası başına araç sayısı

Güzergâh	Hız limit (km/s)	Kesit uzunluğu	1. evre araç sayısı	2. evre araç sayısı
F	20	600	806	896
G	20	600	273	232
Toplam			1079	1128
A	30	908	659	605
B	30	717	4962	6056
E	30	425	6203	4804
H	30	615	1123	766
I	30	594	539	526
J	30	695	2964	2134
K	30	695	412	295
Toplam			16862	15186
C	50	890	3820	3718
D	50	890	1299	1057
Toplam			5119	4775
Toplam			23060	21089

Çalışmadaki gün 08:00'den 18:00'a kadar olarak “hafta içi günü” olarak tanımlanır. Sistemin kurulduğu alan bir üniversite kampüsü olduğu için farklı trafik akışı durumları

oluşmamaktadır. Akış oranı dakikada şerit başına 0-10 arası araç civarında değişmektedir ve analizlere araç sürücülerinin “10 km/s’ten 90 km/s’e kadar” olduğu hızları dâhil edilmiştir.

Tablo 4.2.’ de ise 20, 30 ve 50 km/s hız limitli güzergâhlarda kurulan mobil OHTS’nin 1. ve 2. evre ölçümlerinin genel bulguları görülmektedir ve bu bulgular ışığında her bir hız limiti için, kurulan sistemin duyuru sonrasında sürücülerin hız ortalamaları üzerinde etkisi olup olmadığını araştırmak amacıyla “Bağımsız iki grup arası farkların testi” (Independent Samples t test) yapılmıştır. 20 km/s hız limitlerine sahip F ve G güzergâhlarında 1. evredeki hız ortalaması 47.81 km/s, 2. evredeki ortalama hız ortalaması ise 45.66 km/s’tir ve 2. evrede 1. evreye göre yaklaşık 2.15 km/s’lik bir düşüş vardır. Hız ortalamaları her iki evrede de hız limitinin üzerindedir. 30 km/s hız limitlerine sahip A, B, E, H, I, J ve K güzergâhlarında 1. evredeki hız ortalaması 35.47 km/s, 2. evredeki ortalama hız ortalaması ise 33.66 km/s’tir ve 2. evrede 1. evreye göre yaklaşık 1.81 km/s’lik bir düşüş vardır. Hız ortalamaları her iki evrede de hız limitinin üzerindedir. 50 km/s hız limitlerine sahip C ve D güzergâhlarında 1. evredeki hız ortalaması 54.07 km/s, 2. evredeki ortalama hız ortalaması ise 50.29 km/s’tir ve 2. evrede 1. evreye göre yaklaşık 4.41 km/s’lik bir düşüş vardır. Hız ortalamaları 1. evrede hız limitinin üzerindedir, 2. evrede de hız limitine yakın bir değerdedir. Her bir hız limiti uygulaması için sürücülerin duyuru yapılmadan önce ve sonraki hız ortalamaları karşılaştırılmıştır, p değerleri <.0001’ dir ve 0.05 önem seviyesinden küçüktür. Yani 20, 30 ve 50 km/s hız limitli güzergâhlarda her bir hız limiti uygulaması için 2. evredeki hız düşüşü istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olduğunu göstermektedir.

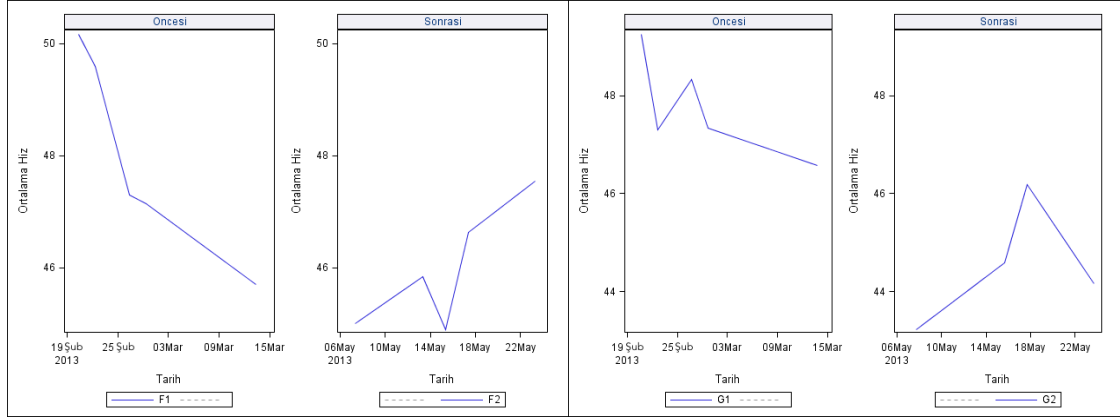
Tablo 4.2. 20, 30, 50 km/s hız limitli 1./2. evre ortalama hızları t testi

Evreler	Hız limiti (km/s)	Araç sayısı	Ortalama hız (km/s)	Standart Sapma	t	p
1. Evre	20	1079	47.81	12.2198	4.18	<.000
2. Evre		1128	45.66	12.0579		1
1. Evre	30	16862	35.47	9.2747	18.0	<.000
2. Evre		15186	33.66	8.5474		1
1. Evre	50	5119	54.07	10.3241	18.9	<.000
2. Evre		6313	50.29	10.8877		1

4.2. Sürücülerin hız limitine günden güne itaat düzeyi bulguları

Bu bölüm 11 farklı güzergâhta kurulan mobil OHTS’nin 1. ve 2. evredeki her ölçüm günü için ortalama hız değerlerinin grafiksel dağılım sonuçlarını göstermektedir. 20 km/s hız limitine sahip F güzergâhında, 1. ve 2. evrede yapılan okumalar sonucunda elde edilen ortalama hızların ortalama değerlerinin grafiksel dağılımı Şekil 4.1.’de görülmektedir (F güzergâhında 1. evrenin 5. günündeki ortalama hız düşüşünün havanın aşırı yağışlı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.). F güzergâhında 1. evrede ortalama hızlarının ortalaması 46,72 km/s olan araç sürücüler, 2. evredeki ilk 3 ölçüm günlerinde bu değerini azaltmış, ilerleyen günlerde ise artırmıştır. Duyurunun yapıldığı ilk aylarda hız limitine itaat etmeye çalışan araçlar günden güne hız limitini göz ardı etmeye başlamışlardır. Buna rağmen genel ortalama hızlarda 2. evrede 1. evreye göre yaklaşık 1.79 km/s’lik bir düşüş olmuştur. 20 km/s hız limitine sahip G güzergâhında, 1. ve 2. evrede yapılan okumalar sonucunda elde

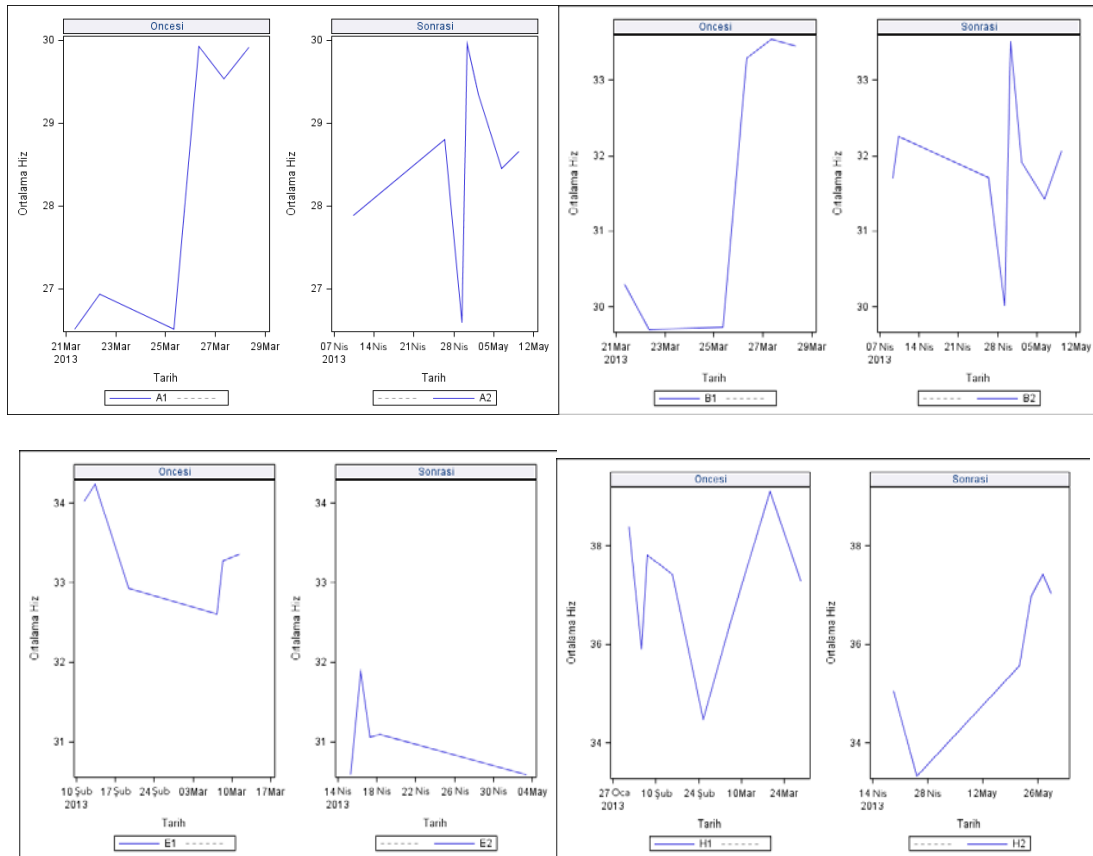
edilen ortalama hızların ortalama değerlerinin grafiksel dağılımı Şekil 4.1.'de görülmektedir. (G güzergâhında 1. evrenin 2. e 5. günlerindeki ortalama hız düşüşünün havanın aşırı yağışlı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.) Bu güzergâhta 1. evrede ortalama hızların ortalaması 47,41 km/s iken, 2. evrenin ilk ölçüm gününde 5 km/s civarında azalma göstermiştir. Fakat azalan bu değer günden güne küçük miktarlarda artış gösterdiğinden, tarih ilerledikçe bu güzergâhta duyurunun etkisinin azalma gösterdiği düşünülmektedir. Buna rağmen genel ortalama hızlarda 2. evrede 1. evreye göre yaklaşık 3.54 km/s'lik bir düşüş olmuştur.

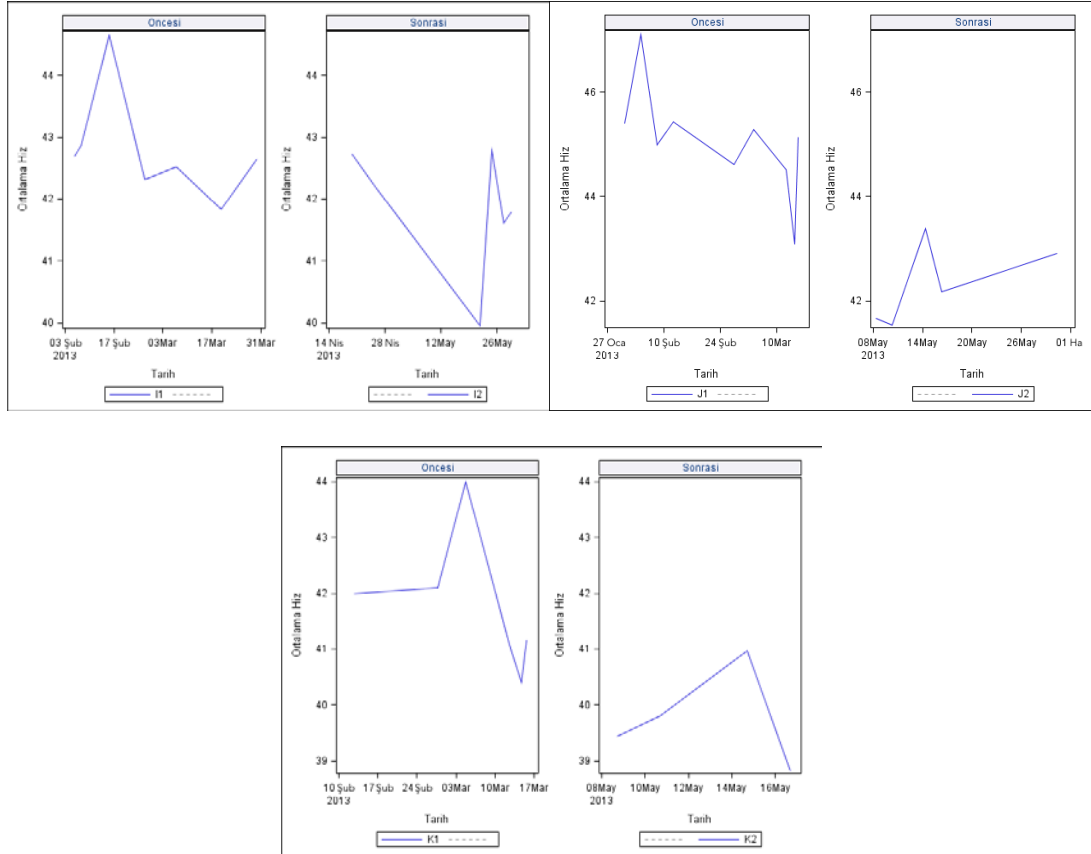


Şekil 4.1. 20 km/s hız limitli güzergâhların 1./2. evre ortalama hızlarının grafiksel dağılımı

30 km/s hız limitine sahip A güzergâhında, 1. ve 2. evrede yapılmış olan okumalar sonucunda elde edilen ortalama hızların ortalama değerlerinin grafiksel dağılımı Şekil 4.2.'de görülmektedir. A2 güzergâhında 2. Evrenin ilk günlerinde ortalama hızlar bir miktar düşmüş, duyuru gününden uzaklaştıkça artış göstererek 1. Evredeki 28.16 km/s değerini aşmıştır. Bu sonuçlara istinaden duyuru tarihinden uzaklaştıkça hız limiti tesirinin azalmış olduğu düşünülmektedir. Bu sebepten ötürü genel ortalama hızlarda 2. evrede 1. evreye göre yaklaşık 0.35 km/s'lik bir artış olmuştur. B güzergâhında, 1. ve 2. evrede yapılan okumalar sonucunda elde edilen ortalama hızların ortalama değerlerinin grafiksel dağılımı Şekil 4.2.'de görülmektedir. Bu güzergâhta 2. evrede ortalama hızların ortalamalarında 5. günde hız artışı olmasına rağmen, genel olarak günden güne hız artışı olmamıştır, yani duyuru tarihinden uzaklaştıkça hız limiti tesirinin azalmamış olduğu düşünülmektedir. Bu güzergâhta 2. evrede 1. evreye göre yaklaşık 0.17 km/s'lik bir hız artışı olmasına rağmen 2. evrenin tüm ölçüm günleri boyunca sürücülerin hızlarında (5. gün dışında, bu günde diğer günlerden farklı bir durum yoktur, artışın sebebi tesbit edilememektedir) istikrarlı bir dağılım olduğu düşünülmektedir. E güzergâhında, 1. ve 2. evrede yapılan okumalar sonucunda elde edilen ortalama hızların ortalama değerlerinin grafiksel dağılımı Şekil 4.2.'de görülmektedir. E güzergâhında 1. evrede ortalama hızlarının ortalaması 33,41 km/s olan araç sürücüleri 2. evrede 2.23 km/s'lik azalma göstermiş, tarih ilerledikçe ortalama değerler de gitgide azalmıştır. Böylece 2. evredeki duyurunun sürücüler açısından olumlu yönde etkili olduğu görülmektedir. 2. evrede duyuru tarihinden uzaklaşılsa dahi araç sürücülerinin hız yapma eğilimlerini günden güne azalttığı düşünülmektedir. H güzergâhında, 1. ve 2. evrede yapılan okumalar sonucunda elde edilen ortalama hızların ortalama değerlerinin grafiksel dağılımı Şekil 4.2.'de görülmektedir. Bu güzergâhta 1. evrede ortalama hızların ortalaması 37.24 km/s olarak ölçülmüş, 2. evrenin ilk ölçüm günlerinde ise bu değer yaklaşık 3 km/s azalma göstermiştir. Fakat ilerleyen ölçüm günlerinde ise araç sürücüleri hız limitine uyma istikrarlarından uzaklaşmışlardır. Bu durum duyuru tarihinden uzaklaştıkça hız limiti

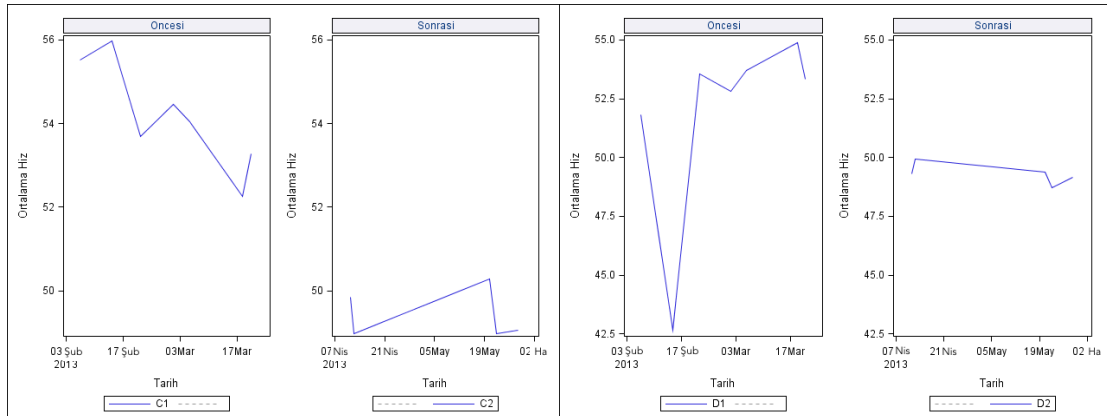
uygulamasının etkisini bu güzergâhta azaldığı düşünülmektedir. I güzergâhında, 1. ve 2. evrede yapılan okumalar sonucunda elde edilen ortalama hızların ortalama değerlerinin grafiksel dağılımı Şekil 4.2.'de görülmektedir. I2 güzergâhı 1. evrede 42,81 km/s ortalama hızların ortalaması değerine sahip iken, 2. evrede bu değer 1 km/s'lik bir azalma gösterebilmiştir. 2. evrenin 2. Günü 3 km/s'lik en fazla hız düşüşü göstermiş, ilerleyen günlerde ise bu değer bir miktar yükselmiştir. Duyurunun etkisi bu güzergâhlarda ilerleyen günlerde de devam etmiştir. J güzergâhında, 1. ve 2. evrede yapılan okumalar sonucunda elde edilen ortalama hızların ortalama değerlerinin grafiksel dağılımı Şekil 4.2.'de görülmektedir. J güzergâhında, 1. evrede elde edilen ortalama hızların ortalama değerleri 45.01 km/s iken, 2. evrenin ilk iki ölçüm günlerinde 3-4 km/s'lik bir azalma göstermiş, fakat ilerleyen günlerde sürücüler duyurunun etkisinden uzaklaşmaya başlamışlardır. K güzergâhında, 1. ve 2. evrede yapılan okumalar sonucunda elde edilen ortalama hızların ortalama değerlerinin grafiksel dağılımı Şekil 4.2.'de görülmektedir. K güzergâhında 1. evrede ortalama hızların ortalaması 41,81/km/s iken, 2. evrede 2-3 km/s'lik bir azalma göstermiş, bu azalma ölçüm yapılan tarih aralığı boyunca birbirine yakın değerlerde kalarak devam etmiştir. Yani duyuru bu güzergâhta 2. evre boyunca etkisini sürdürmüştür.





Şekil 4.2. 30 km/s hız limitli güzergâhların 1./2. evre ortalama hızlarının grafiksel dağılımı

50 km/s hız limitine sahip C güzergâhında (Şekil 4.3). C2 güzergâhında 2. evredeki ortalama hızların ortalamaları 1. evredeki ortalamaya göre 4.83 km/s'lik düşüş göstermektedir. Bu durum 2. evrenin başında yapılan duyurunun sürücüler üzerinde olumlu yönde etkili olduğunu göstermektedir. 2. evrenin başlangıcındaki ortalama değer verileri ile bitişindekiler arasında birbirine yakın değerlerde bir ilerleme görülmektedir. Bu dağılım 2. evrenin başlangıcı ile bitişinde sürücülerin hız limitine uymaya çalışma eğilimlerinin azalmadığını göstermektedir. D güzergâhında (Şekil 4.3) 2. evrede elde edilen ortalama değerler 1. evredeki değere göre azalma 4.15 km/s'lik göstermiştir. 2. evredeki ortalama değerler tarih ilerledikçe birbirine yakın değerlerde ilerleyen bir dağılım göstermektedir. Bu durum D güzergâhındaki sürücülerin 2. evre süresince hız limitine uyma bakımında istikrarlı davranış gösterdiklerini yansıtmaktadır, araştırma açısından arzu edilen bir detaydır.



Şekil 4.3. 50 km/s hız limitli güzergâhların 1./2. evre ortalama hızlarının grafiksel dağılımı

5. Sonuçlar ve Öneriler

Genel olarak 20 km/s hız limitlerine sahip güzergâhların toplam ortalama hız ortalamasında 2. evrede 1. evreye göre yaklaşık 2.15 km/s'lik bir düşüş vardır ve istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu 2 güzergâhlarda yatay kurp, kavşak ve kasis bulunmamasından (dönüş yapan ve yandan katılan taşıtların sebep olduğu veya denetimden kaynaklanan) OHTS dışında bir hız sınırlaması söz konusu değildir. Güzergâhların geometrik ve fiziksel özelliklerinden ötürü; her ne kadar ortalama hızlar 2. evrede düşse de, her 2 evrede de hız sınırına sağlanan uyum düşük seviyededir. Ayrıca bu güzergâhlarda hız sınırlarının, sürücülerin bakış açısından makul olarak görülmediği ve optimal bir hız sınırı düzenlemesi yapılması gerektiği düşünülmektedir. 30 km/s hız limitlerine sahip güzergâhların hız ortalamasında 2. evrede 1. evreye göre yaklaşık 1.81 km/s'lik bir düşüş vardır ve istatistiksel olarak anlamlıdır. Fazla sayıdaki kavşaklardan ötürü bu güzergâhlarda daha az ortalama hız düşüşü olduğu düşünülmektedir. Ayrıca bu güzergâhlarda yaya trafiğinin minimum düzeyde olması da hız yapma davranışının sürücüler tarafından kabul gördüğünü düşündürmektedir. Her iki evrede de her bir güzergâhın fiziki durumuna göre araç sürücüsünde oluşturduğu hız limiti hissinin etkili olduğu düşünülmektedir. 50 km/s hız limitlerine sahip güzergâhların toplam hız ortalamasında 2. evrede 1. evreye göre yaklaşık 4.41 km/s'lik bir düşüş vardır ve istatistiksel olarak anlamlıdır.

20 km/s hız limitine sahip F ve G güzergâhlarında ve 30 km/s hız limitine sahip A, H ve J güzergâhlarında, ilerleyen ölçüm günlerinde araç sürücülerinin hızlarını düşürme istikrarlarından uzaklaşmışlardır. Bu durum duyuru tarihinden uzaklaştıkça hız limiti uygulamasının etkisini bu güzergâhlarda kaybettiğini düşündürmektedir. 30 km/s hız limitine sahip B, I ve K güzergâhlarında duyuru tarihinden uzaklaştıkça hız limiti tesirinin azalmamış olduğu düşünülmektedir. 30 km/s hız limitine sahip E güzergâhında 2. evredeki duyurunun sürücüler açısından olumlu yönde etkili olduğu görülmektedir. 2. evrede duyuru tarihinden uzaklaşılsa dahi araç sürücülerinin hız yapma eğilimlerini günden güne azalttığı düşünülmektedir. 50 km/s hız limitine sahip C ve D güzergâhlarında 2. evrenin başlangıcındaki ortalama değer verileri ile bitişindekiler arasında birbirine yakın değerlerde bir ilerleme görülmektedir. Bu dağılım 2. evrenin başlangıcı ile bitişinde sürücülerin hız limitine uymaya çalışma eğilimlerinin azalmadığını göstermektedir.

Sonuçlar olumlu görülse de hız sınırlarına uymama davranışı zaman içinde bazı güzergâhlarda artış göstermektedir. Hız sınırlarına daha yüksek bir uyum sağlanabilmesi için yol kullanıcılarına yönelik ihlallerin takibinde bir cezai uygulama yaptırımı sağlanabilir. Uygulama yaptırımı olmadığında herhangi bir hız uygulama sistemi etkili olmamaktadır. Ayrıca; mobil OHTS'nin kullanımı geliştirilmeli, denenmeli ve yeterlilikleri ve verimliliklerinin belirlenmesi için değerlendirilmelidir. Böylesi mobil sistemlerin uygulanması, kalıcı sistemlerden önemli ölçüde daha az maliyetle ve daha dakik olacak biçimde uygulama yeterliliğini arttıracaktır.

Teşekkür

Bu çalışmayı 2011010102007 Numaralı Proje ile maddi olarak destekleyen Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimine teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Aarts, L., Van Schagen, I., 2006. Driving Speed and The Risk of Road Crashes: A Review. *Accident Analysis & Prevention*, 38(2), 215–224.
- Australian Transport Council, 2011. National Road Safety Strategy 2011–2020. Australian Transport Council, Canberra, ACT: ATC.
- Cascetta, E., Punzo, V., 2011. Impact on Vehicle Speeds and Pollutant Emissions of an Automated Section Speed Enforcement System on the Naples Urban Motorway. In *TRB 2011 Annual Meeting*, 17.
- Cascetta, E., Punzo, V., Montanino, M., 2011. Empirical Evidence of Speed Management Effects on Traffic Flow at Freeway Bottleneck, In *TRB 2011 Annual Meeting*.
- Champness, P., Sheehan, M., Folkman, L.M., 2005. Time and Distance Halo Effects of an Overtly Deployed Mobile Speed Camera. In the Australasian Road Safety Research, Policing and Education Conference, Wellington, New Zealand.
- Collins, G., 2007. Traffic Flow Improvements with Average Speed Enforcement, In *International Conference on Intelligent Transport Systems*, Birmingham, United Kingdom.
- De Pauw, E., Daniels, S., Brijs, T., Hermans, E., Wets, G. 2014. Automated Section Speed Control on Motorways: An Evaluation of the Effect on Driving Speed, *Accident Analysis & Prevention*, 73, 313–322.
- Fleiter, J., Lewis, I.M., Watson, B.C., 2013. Promoting a More Positive Traffic Safety Culture in Australia : Lessons Learnt and Future Directions. *Journal of the Australasian College of Road Safety Conference*, 6-8 Kasım 2013, South Australia, 25(1), 27.
- Gil, MJM., Malenstein, UPMJ, 2007. Innovative Technology for Monitoring Traffic, Vehicles and Drivers, *Police Enforcement Policy and Programmes on European Roads*.
- Gunay, B., Ceylan, H., Turan, F., Aslan, H., Sönmez, Ö., 1996. Trafik Yavaşlatım Uygulamalarının Trafik Mühendisliği ve Kent Planlaması Açısından İncelemesi Newcastle Kenti Örnekleri. *Birinci Ulusal Ulaşım Sempozyumu*, 6-7 Mayıs, İstanbul.
- Høye, A., 2014a. Speed Cameras, Section Control, And Kangaroo Jumps – A Meta-Analysis. *Accident Analysis & Prevention*, 73, 200-208.
- Høye, A., 2014b. Safety Effects of Section Control - An Empirical Bayes Evaluation, *Accident Analysis & Prevention*, 74, 169-178.
- Karagoz, Z., 2009. Karayolu Trafığında Bir Akıllı Hız Kesici Sisteminin Geliştirilmesi. Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

- Kloeden, C.N., McLean, A.J., Glonek, G., 2002. Reanalysis of Travelling Speed and the Risk of Crash Involvement in Adelaide South Australia. Department of Transport and Regional Services, Australian Transport Safety Bureau, Canberra.
- Koy, T., Benz, S., 2009. Automatic Time-Over-Distance Speed Checks Impacts on Driving Behaviour and Traffic Safety. In the 6th ITS World Congress and Exhibition on Intelligent Transport Systems and Services, Stockholm.
- Montella, A., Punzo, V., Montanino, M., 2012a. Analysis of Drivers' Compliance to Speed Limits Enforced with an Automated Section Speed Enforcement System. In Transportation Research Board 91st Annual Meeting.
- Montella, A., Persaud, B., D'Apuzzo, M., Imbriani, L.L., 2012b. Safety evaluation of an automated section speed enforcement system. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 2281, 16-25.
- Montella, A., Imbriani, L., Marzano, V., Mauriello, 2014. Effects on Speed and Safety of Point-To-Point Speed Enforcement Systems: Evaluation on the Urban Motorway A56 Tangenziale di Napoli. Accident Analysis & Prevention, 75, 164-178.
- Montella, A., Punzo, V., Chiaradonna, S., Mauriello, F., Montanino, M., 2015. Point-to-Point Speed Enforcement System: Speed Limits Design Criteria and Analysis of Drivers' Compliance. Transport. Res. Part C 53, 1-18.
- Pau, M., Angius, S., 2001. Do speed bumps really decrease traffic speed? An Italian experience. Accident Analysis & Prevention, 33(5), 585-597.
- Roberts, CA., Brown-Esplain, J., 2005. Technical Evaluation of Photo Speed Enforcement for Freeways, Arizona. Rapor No: 596, 109p.
- Simcic, G, 2009. Section Control: Towards a More Efficient and Better Accepted Enforcement of Speed Limits? Erişim Tarihi: 01.02.2013. <http://archive.etsc.eu/documents/Speed%20Fact%20Sheet%205.pdf>
- Soole, D., Fleiter, J., Watson, B., 2012. Point-to-Point Speed Enforcement. Report No: AP-R415-12. 165p.
- Soole, DW., Watson, BC., Fleiter JJ., 2013a. Effects of Average Speed Enforcement on Speed Compliance and Crashes: A review of the Literature, Accident Analysis & Prevention, 54, 46-56.
- Soole, DW., Fleiter, Judy J., Watson, Barry C., 2013b. Point-to-Point Speed Enforcement: Recommendations for Better Practice. Australasian Road Safety Research Policing and Education Conference, 28-30 August, Brisbane.
- Speed Check Service, 2007b. Temporary Roadworks Speed Enforcement - M6. Erişim Tarihi: 01.02.2013. [http://www.speedcheck.co.uk/pdf/M6%20TASCA R%20cas](http://www.speedcheck.co.uk/pdf/M6%20TASCA%20R%20cas)

e%20study.pdf

- Speed Check Services, 2009a. SPECS Safety Cameras-M4 10-12 Technology Upgrade. http://www.speedcheck.co.uk/images/M4_Case_Study.pdf
- Speed Check Services, 2009b. SPECS: Results. Erişim Tarihi: 01.02.2013. <http://www.speedcheck.co.uk/specs.htm>
- Stefan, C., 2005. Automatic Speed Enforcement on the A13 Motorway (NL): Rosebud WP4 – Case B Report. Austrian Road Safety Board (KfV), Austria.
- Stoelhorst, H., 2008. Reduced Speed Limits for Local Air Quality and Traffic Efficiency. In the 7th European Congress and Exhibition on Intelligent Transport Systems and Services, 3-6 June 2008 Geneva, Switzerland.
- Wilson, C., Willis, C., Hendrikz, J. K., Le Brocque, R., Bellamy, N., 2012. Speed Cameras for the Prevention of Road Traffic Injuries and Deaths. Erişim Tarihi: 22.10.2015. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/14651858.CD004607.pub3/full>
- Young, K.L., Regan, M. A., 2007. Intelligent Transport Systems to Support Police Enforcement of Road Safety Laws. ATSB Research and Analysis Report No: 2007-02, 62p.